

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-134321

(P2002-134321A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 F 17/00

41/04

識別記号

F I

H 0 1 F 17/00

41/04

テーマコード (参考)

D 5 E 0 6 2

C 5 E 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2000-322089 (P2000-322089)

(22) 出願日

平成12年10月23日 (2000.10.23)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 高谷 稔

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 楯野 隆

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100079290

弁理士 村井 隆

Fターム (参考) 5E062 DD04

5E070 AA01 AB06 AB07 BA01 CB13

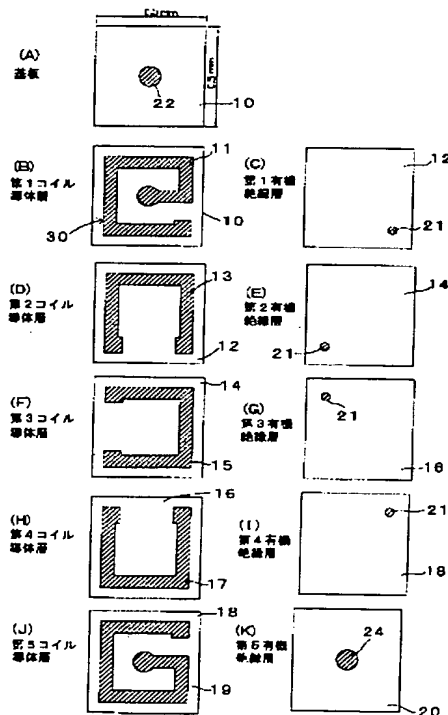
CB17 CB18 CB20 CC10 EA01

(54) 【発明の名称】 高周波コイル及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高いSRF (自己共振周波数) を示し、高周波領域で高いQを示すとともに、基板へのコイル実装方向による特性変動の低減を図る。

【解決手段】 アスペクト比の高いコイル導体層11、13、15、17、19と高いQ値の絶縁層12、14、16、18、20とを交互に積層してなる高周波コイルであり、前記絶縁層がビニルベンジル等の有機材料により構成されており、前記コイル導体層からなるヘリカル巻きのコイル導体30への通電によって生じる磁束方向の両端部に端子電極を形成した構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コイル導体層と絶縁層とを交互に積層してなる高周波コイルにおいて、前記絶縁層が有機材料により構成されており、前記コイル導体層からなるコイル導体への通電によって生じる磁束方向の両端部に端子電極を形成したことを特徴とする高周波コイル。

【請求項 2】 前記コイル導体がヘリカル巻きである請求項 1 記載の高周波コイル。

【請求項 3】 前記絶縁層の比誘電率が 4 以下である請求項 1 又は 2 記載の高周波コイル。

【請求項 4】 前記絶縁層の Q が 100 以上である請求項 1、2 又は 3 記載の高周波コイル。

【請求項 5】 前記絶縁層がビニルベンジルである請求項 1、2、3 又は 4 記載の高周波コイル。

【請求項 6】 前記絶縁層が可撓性を有するものである請求項 1、2、3、4 又は 5 記載の高周波コイル。

【請求項 7】 前記コイル導体層が銅である請求項 1、2、3、4、5 又は 6 記載の高周波コイル。

【請求項 8】 前記コイル導体層のアスペクト比が 0.3 以上である請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 記載の高周波コイル。

【請求項 9】 コイル導体層と有機材料の絶縁層とを交互に積層してなり、前記コイル導体層からなるコイル導体への通電によって生じる磁束方向の両端部に端子電極を形成する高周波コイルの製造方法であって、前記コイル導体層を作製する工程が、(1) 5 μ m 以下のめっき用下地導体層を少なくとも基板の片面の全てに形成する下地形成工程と、(2) 感光性レジストを前記下地導体層の上に設けるレジスト形成工程と、(3) フォトリソグラフィー法により前記レジストの導体パターン部分を除去するパターニング工程と、(4) 電解めっきにより、前記レジストの除去された導体パターン部分に主導体層を形成する電解めっき工程と、(5) 前記感光性レジストを除去するレジスト除去工程と、(6) エッチングにより前記下地導体層の不要部分を除去する下地除去工程とを有することを特徴とする高周波コイルの製造方法。

【請求項 10】 前記めっき用下地導体層の少なくとも第 1 層を無電解めっきで形成する請求項 9 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 11】 前記無電解めっきが銅めっきである請求項 10 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 12】 前記感光性レジストがドライフィルムである請求項 9、10 又は 11 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 13】 前記感光性レジストの露光を平行露光機で行う請求項 9、10、11 又は 12 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 14】 前記電解めっきが光沢めっきである請求項 9、10、11、12 又は 13 記載の高周波コイル

の製造方法。

【請求項 15】 前記電解めっきが銅めっきである請求項 9、10、11、12、13 又は 14 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 16】 前記エッチングがウェットエッチングである請求項 9、10、11、12、13、14 又は 15 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 17】 前記下地導体層と前記主導体層の金属種を選択エッチング可能な組み合わせにして、前記下地除去工程で下地導体層のみをエッチングするエッチング液で処理する請求項 9、10、11、12、13、14、15 又は 16 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 18】 前記電解めっきで形成した主導体層表面の凹凸が 5 μ m 以内である請求項 9、10、11、12、13、14、15、16 又は 17 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 19】 前記コイル導体層の上に前記有機材料の絶縁層を介してコイル導体層を積層する場合に、前記絶縁層にレーザー加工でビアホールを形成する請求項 9、10、11、12、13、14、15、16、17 又は 18 記載の高周波コイルの製造方法。

【請求項 20】 前記コイル導体層の上に前記有機材料の絶縁層を介してコイル導体層を積層する場合に、前記絶縁層として感光性のものを用いてフォトリソグラフィー法でビアホールを形成する請求項 9、10、11、12、13、14、15、16、17 又は 18 記載の高周波コイルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コイル導体層と絶縁層とを交互に積層してなる高周波コイルに係り、とくに高い SRF（自己共振周波数）を示し、高周波領域で高い Q を示すとともに、基板へのコイル実装方向による特性変動の低減を図り得るチップコイルタイプの高周波コイルに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、特開平 11-26241 号公報にあるようにセラミック積層工法によりコイル導体をヘリカル状に形成し、このコイル導体への通電により生じる積層体の磁束方向の両端部に端子電極を形成したものである。この構成でチップコイルを作成すると、チップの実装方向によるインダクタンス値の変動がなくなり、また実装基板とコイル導体との浮遊容量が減少するため、実装時の SRF が上昇することが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記従来構成であると、以下の課題がある。

【0004】 ① セラミック積層工法を用いているので、焼成温度が高く、導体層表面及び内部にボイドが多数形成され、表面の凹凸が大きくなり、高周波での実効

抵抗が上がりQが低下する。

【0005】② コイル導体が焼結体の為に、粒界抵抗が大きく、実効抵抗が上がり、Qが低下する。

【0006】③ 絶縁層のセラミックの比誘電率が高いために（比誘電率 $\epsilon = 4.3$ ）、同じセラミック積層工法で作成した「コイル導体への通電により生じる磁束方向と垂直な方向の積層体両端部に端子電極を形成する」タイプのコイルと比較すると、実装基板への取付時のSRFは大きい、いまだSRFに上昇の余地がある。

【0007】本発明は、上記の点に鑑み、高いSRF（自己共振周波数）を示し、高周波領域で高いQを示すとともに、基板へのコイル実装方向による特性変動の低減を図ることが可能な高周波コイル及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本願請求項1の発明は、コイル導体層と絶縁層とを交互に積層してなる高周波コイルにおいて、前記絶縁層が有機材料により構成されており、前記コイル導体層からなるコイル導体への通電によって生じる磁束方向の両端部に端子電極を形成したことを特徴としている。

【0010】本願請求項2の発明に係る高周波コイルは、請求項1において、前記コイル導体がヘリカル巻きであることを特徴としている。

【0011】本願請求項3の発明に係る高周波コイルは、請求項1又は2において、前記絶縁層の比誘電率が4以下であることを特徴としている。

【0012】本願請求項4の発明に係る高周波コイルは、請求項1、2又は3において、前記絶縁層のQが100以上であることを特徴としている。

【0013】本願請求項5の発明に係る高周波コイルは、請求項1、2、3又は4において、前記絶縁層がビニルベンジルであることを特徴としている。

【0014】本願請求項6の発明に係る高周波コイルは、請求項1、2、3、4又は5において、前記絶縁層が可撓性を有するものであることを特徴としている。

【0015】本願請求項7の発明に係る高周波コイルは、請求項1、2、3、4、5又は6において、前記コイル導体層が銅であることを特徴としている。

【0016】本願請求項8の発明に係る高周波コイルは、請求項1、2、3、4、5、6又は7において、前記コイル導体層のアスペクト比が0.3以上であることを特徴としている。

【0017】本願請求項9の発明は、コイル導体層と有機材料の絶縁層とを交互に積層してなり、前記コイル導体層からなるコイル導体への通電によって生じる磁束方向の両端部に端子電極を形成する高周波コイルの製造方法であって、前記コイル導体層を作製する工程が、(1)

5 μm 以下のめっき用下地導体層を少なくとも基板の片面の全てに形成する下地形成工程と、(2) 感光性レジストを前記下地導体層の上に設けるレジスト形成工程と、(3) フォトリソグラフィ法により前記レジストの導体パターン部分を除去するパターニング工程と、(4) 電解めっきにより、前記レジストの除去された導体パターン部分に主導体層を形成する電解めっき工程と、(5) 前記感光性レジストを除去するレジスト除去工程と、(6) エッチングにより前記下地導体層の不要部分を除去する下地除去工程とを有することを特徴としている。

【0018】本願請求項10の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9において、前記めっき用下地導体層の少なくとも第1層を無電解めっきで形成することを特徴としている。

【0019】本願請求項11の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項10において、電解めっきが銅めっきであることを特徴としている。

【0020】本願請求項12の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10又は11において、前記感光性レジストがドライフィルムであることを特徴としている。

【0021】本願請求項13の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10、11又は12において、前記感光性レジストの露光を平行露光機で行うことを特徴としている。

【0022】本願請求項14の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10、11、12又は13において、前記電解めっきが光沢めっきであることを特徴としている。

【0023】本願請求項15の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10、11、12、13又は14において、前記電解めっきが銅めっきであることを特徴としている。

【0024】本願請求項16の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10、11、12、13、14又は15において、前記エッチングがウェットエッチングであることを特徴としている。

【0025】本願請求項17の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10、11、12、13、14、15又は16において、前記下地導体層と前記主導体層の金属種を選択エッチング可能な組み合わせにして、前記下地除去工程で下地導体層のみをエッチングするエッチング液で処理することを特徴としている。

【0026】本願請求項18の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10、11、12、13、14、15、16又は17において、前記電解めっきで形成した主導体層表面の凹凸が5 μm 以内であることを特徴としている。

【0027】本願請求項19の発明に係る高周波コイル

の製造方法は、請求項9、10、11、12、13、14、15、16、17又は18において、前記コイル導体層の上に前記有機材料の絶縁層を介してコイル導体層を積層する場合に、前記絶縁層にレーザー加工でビアホールを形成することを特徴としている。

【0028】本願請求項20の発明に係る高周波コイルの製造方法は、請求項9、10、11、12、13、14、15、16、17又は18において、前記コイル導体層の上に前記有機材料の絶縁層を介してコイル導体層を積層する場合に、前記絶縁層として感光性のものを用いてフォトリソグラフィ法でビアホールを形成することを特徴としている。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る高周波コイル及びその製造方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【0030】図1乃至図3で本発明に係る高周波コイル及びその製造方法の実施の形態について説明する。図1(A)は有機絶縁基板10を、同図(B)はその基板10の片面上に形成された第1コイル導体層11を、同図(C)はその上に積層形成された層間絶縁層としての第1有機絶縁層12を、同図(D)はその上に形成された第2コイル導体層13を、同図(E)はその上に積層形成された層間絶縁層としての第2有機絶縁層14を、同図(F)はその上に形成された第3コイル導体層15を、同図(G)はその上に積層形成された層間絶縁層としての第3有機絶縁層16を、同図(H)はその上に形成された第4コイル導体層17を、同図(I)はその上に積層形成された層間絶縁層としての第4有機絶縁層18を、同図(J)はその上に形成された第5コイル導体層19を、同図(K)はその上に積層形成された第5有機絶縁層20をそれぞれ示す。

【0031】第1乃至第5コイル導体層11、13、15、17、19は第1乃至第4有機絶縁層12、14、16、18のビアホール21を介して相互に接続され、全体としてヘリカル巻き（ヘリカルパターン）のコイル導体30を構成している。

【0032】また、図1(A)の有機絶縁基板10には導電性ペースト（導電性接着剤のように常温で硬化するもの）で埋められたスルーホール22が設けられ、これを介して図2のように有機絶縁基板10の外側面に形成された端子電極23と前記コイル導体30の一端とが接続される。また、図1(K)の最外層の有機絶縁層20にはビアホール24が形成され、これを介して図2のように有機絶縁層20の外側面に形成された端子電極25と前記コイル導体30の他端とが接続される。

【0033】図2から判るように、コイル導体30はいわゆる縦巻のヘリカルパターンであり、そのコイル導体30と両端の端子23、25との位置関係は、第1乃至第5コイル導体層11、13、15、17、19からな

るコイル導体30への通電によって生じる磁束方向の両端部に端子電極23、25を配置したものとなっている。

【0034】前記有機絶縁基板10及び各有機絶縁層12、14、16、18の比誘電率は4以下であり、各コイル導体層11、13、15、17、19は膜厚15 μ m以上でアスペクト比が0.3以上となっている。有機材料を用いて絶縁基板及び絶縁層の比誘電率を下げることで、導体層を設けた際の浮遊容量の発生を少なくすることができる。比誘電率が4を超える場合、浮遊容量の発生が顕著になり、有機材料を用いる意義が薄れる。また、アスペクト比を上げることにより、導体層の渦電流損失を増やすことなく高周波での電流路の断面積を増加することができる。膜厚15 μ m未満でアスペクト比が0.3未満では、電流路の断面積の増加はわずかにとどまる。

【0035】第1乃至第5コイル導体層11、13、15、17、19の作製は、パターンめっき法によって行っている。このパターンめっき法の場合を以下に説明する。

【0036】図3の第1工程（下地形成工程）において、有機絶縁基板10の表面を粗化した後、片面の全てに厚さ5 μ m以下のめっき用下地導体層41を形成する。なお、下地導体層41が5 μ mを超えると後工程で不要な下地導体層41を除去するエッチングに時間がかかり、かつ下地導体層41上に設ける主導体層もエッチングされるおそれが出てくるため、好ましくない。

【0037】前記下地導体層41の形成方法は、スパッタリング、蒸着、イオンプレーティング等の薄膜工法、無電解めっき又は無電解めっきした上に電解めっきを施す等のウェット工法及びこれらの組み合わせとする。組み合わせの一例を挙げると、0.1 μ mのTi膜をスパッタリング法で形成した後で、電解銅めっきで2 μ m厚付けする等の方法である。この中でも無電解めっきもしくはこの上に電解めっきで厚付けする方法は量産性が良く、またスケールアップも容易なので好ましい。

【0038】金属の種類は比抵抗が低くて、安価なものが好ましい。銅は比抵抗とコストのバランスのとれた好ましい材料である。また、無電解銅めっきで容易に、量産性良く成膜出来る。

【0039】次に第2工程（レジスト形成工程）において、下地導体層41の上に感光性レジストとしての光硬化性ドライフィルム42をラミネーターで貼り付ける。ここで、ドライフィルム42の厚みは後工程で形成する主導体層の厚さの80%以上とすることが好ましく、例えばドライフィルム42の厚みは80 μ mとする。

【0040】第3工程（パターニング工程）では、ドライフィルム42に対してフォトリソグラフィの手法を用いて平行露光機で露光、現像し、図1(B)の第1コイル導体層のパターンを作製する。ここで図中の斜線の

部分がドライフィルム42を除去した溝部43となる。導体パターンの幅は $60\mu\text{m}$ である。なお、平行露光機とするのは、これが平行光線をドライフィルム42に垂直に照射でき、散乱光による場合に比べ細幅で側面が垂直に近い溝をパターンニングできるからである。

【0041】第4工程（電解めっき工程）では、ドライフィルム42の溝部43に電解めっきとしての光沢硫酸銅めっきで厚さ $80\mu\text{m}$ の主導体層44を形成する。ここで光沢めっきとするのは、導体層44表面を鏡面状にして凹凸を少なくするためである。なお、導体層44は溝部43の深さよりも肉厚が多少大きくなるようにめっき処理してもよい。

【0042】第5工程（レジスト除去工程）ではドライフィルム42を剥離、除去し、下地導体層41を露出させる。

【0043】第6工程（下地除去工程）では、全体をウェットエッチングでエッチング処理して下地導体層41の不要部分を除去する。

【0044】上記第1乃至第6工程により、図1(B)のように有機絶縁基板10上に第1コイル導体層11が形成されることになる。また、この工法により第1コイル導体層11のアスペクト比を0.3以上（さらに好ましくは0.4以上）にすることができる。

【0045】第7工程（層間絶縁層形成工程）では感光性絶縁樹脂を第1導体層11上で $30\mu\text{m}$ の厚さに塗布して層間絶縁層としての第1有機絶縁層12とする。

【0046】第8工程（ビアホール形成工程）では、第1有機絶縁層12に対してフォトリソグラフィ法で露光、現像処理して図1(C)の斜線的位置にビアホール21を作製する。ビアホールの直径は約 $50\mu\text{m}$ である。

【0047】なお、ビアホールをすり鉢状断面を有するように形成してもよい。すり鉢状断面とすることで、接続の信頼性をいっそう向上させることができる。

【0048】その後は、第1乃至第6工程と同様の工程を繰り返す。つまり、第9工程（下地形成工程）では、第1有機絶縁層12の表面を粗化した後に $5\mu\text{m}$ 以下のめっき用下地導体層51を銅の無電解めっき等で形成する。なお、下地導体層51が $5\mu\text{m}$ を超えると後工程で不要な下地導体層51を除去するエッチングに時間がかかり、かつ下地導体層51上に設ける主導体層もエッチングされるおそれが出てくるため、好ましくない。

【0049】次に第10工程（レジスト形成工程）において、下地導体層51の上に感光性レジストとしての光硬化性ドライフィルム52をラミネーターで貼り付ける。ここで、ドライフィルム52の厚みは後工程で形成する主導体層の厚さの80%以上とすることが好ましく、例えばドライフィルム52の厚みは $80\mu\text{m}$ とする。

【0050】第11工程（パターンニング工程）では、ド

ライフィルム52に対してフォトリソグラフィ法の手法を用いて平行露光機で露光、現像し、図1(D)の第2コイル導体パターンを作製する。ここで図中の斜線の部分がドライフィルム52を除去した溝部53となる。導体パターンの幅は $60\mu\text{m}$ である。

【0051】第12工程（電解めっき工程）では、ドライフィルム52の溝部53に電解めっきとしての光沢硫酸銅めっきで厚さ $80\mu\text{m}$ の主導体層54を形成する。ここで光沢めっきとするのは、主導体層54表面を鏡面状にして凹凸を少なくするためである。なお、主導体層54は溝部53の深さよりも肉厚が多少大きくなるようにめっき処理してもよい。

【0052】第13工程（レジスト除去工程）ではドライフィルム52を剥離、除去し、下地導体層51を露出させる。

【0053】第14工程（下地除去工程）では、全体をウェットエッチングでエッチング処理して下地導体層51の不要部分を除去する。

【0054】上記第9乃至第14工程により、図1(D)のように第1有機絶縁層12上に第2コイル導体層13が形成されることになる。また、この工法により第2コイル導体層13のアスペクト比を0.3以上（さらに好ましくは0.4以上）にすることができる。

【0055】そして、以上の第7乃至第14工程を繰り返し実行することで、第2乃至第4有機絶縁層14、16、18及び第3乃至第5コイル導体層15、17、19を順次積層形成し、最後に第5コイル導体層19を覆う第5有機絶縁層20を形成する。

【0056】なお、有機絶縁基板10に直径 $100\mu\text{m}$ のスルーホール22を開けて導電性ペーストを設けておき、第5有機絶縁層20には直径 $100\mu\text{m}$ のビアホール24を開けておき、その後で有機絶縁基板10及び第5有機絶縁層20の外側面に無電解銅めっき膜を形成し、これを下地膜として硫酸銅めっきで厚さ $18\mu\text{m}$ の銅層を形成して図2の如くそれぞれ端子電極23、25とする。

【0057】このようにして、図2の斜視図のように、端子電極23、25間に接続された第1乃至第5コイル導体層11、13、15、17、19からなる縦型ヘリカル巻きのコイル導体30を有し、そのコイル導体30の通电によって生じる磁束方向の両端部に端子電極23、25を形成してなる、高SRF、高Q値の高周波コイルが得られる。この高周波コイルは実装基板面に対してヘリカル巻きのコイル導体30が垂直に配置されることになるため、基板への装着姿勢による特性変動が少ない。

【0058】本実施の形態で述べたように、使用する絶縁基板10の材質は有機材である。高周波用基板として無機材の硝子質の基板もあるが、特性は良好であるものの、割れやすく機械的強度に問題がある。

【0059】前記絶縁基板10、層間絶縁膜となる有機絶縁層12、14、16、18、及び外側の有機絶縁層20の材質には浮遊容量を減少させるために誘電率の小さいものが好ましく、本実施の形態では比誘電率を4以下とした。また誘電損失を減らす為にQの大きいものが好ましい。具体的には絶縁基板10及び有機絶縁層12、14、16、18、20の比誘電率がそれぞれ4以下で、Qはそれぞれ100以上が好ましく、さらには2*

表1

品種名	比誘電率	Q
フッ素樹脂	2.1	10000
ポリエチレン	2.2	5000
PPO	2.5	1200
ビニルベンジル	2.5	260
シアネートエステル	2.7	1000
ポリエーテルイミド	3	670
ポリイミド	3.6	200
エポキシ	4.3	70
BTレジン	2.5	500
ポリオレフィン	2.6	2000
ポリフマレート	2.6	250
ポリアリレート	2.6	220

【0061】前記有機絶縁基板10及び有機絶縁層12、14、16、18、20には、機械的強度の向上の為に芯材を用いることが出来る。芯材には以下の表2のようにDガラスクロス、Eガラスクロス、ケブラークロス※

表2

クロス品種	比誘電率
Dガラスクロス	7.2
Eガラスクロス	4.7
ケブラークロス	2.5

【0063】また、前記絶縁基板10及び各有機絶縁層12、14、16、18、20には、有機材料として可撓性のある樹脂を用いることがいっそう好ましい。コイル導体と樹脂の熱膨張率は大きく異なっており、可撓性の乏しい樹脂を用いるとヒートサイクル等の信頼性試験によりクラックが生じる等の不具合が発生する。具体的に可撓性の尺度を挙げると、樹脂の伸び率が3%以上、エリクセン値が3mm以上等が挙げられる。

【0064】第1乃至第5コイル導体層11、13、15、17、19の材質は比抵抗が低く、加工性及び形成性が良好であり、しかも安価であることが好ましい。材料の候補として、銀、銅、アルミ、金等が挙げられるが、上記の3点を考慮すると銅が最も好ましい。

【0065】また、各コイル導体層11、13、15、17、19はできるだけハイアスペクトであることが好ましい。こうすることによって基板の床面積を増やすことなく、高周波での電流路の断面積を増加させることが

*00以上あることが望ましい。絶縁基板10及び有機絶縁層12、14、16、18、20の材料は使用周波数、目標のQ値、コストを考慮して例えば以下の表1より選択すればよい。この中でも、ビニルベンジルは誘電率、Q、量産性、コストのバランスが良く、好ましい材料である。

【0060】

※ス等を用いることが出来る。一般的に誘電率の低く、低損失の材料ほど高価であるが、コストの許す限り、誘電率の低い材料を使用することが好ましい。

【0062】

出来る。高周波領域では電流は表皮効果の為に導体の表面のみを流れ、その厚さは銅のとき例えば1GHzでは約2 μ mにすぎない。電流路の断面積を増加させ導体損失を減らそうとすると、コイル導体層の導体幅を増やすか、コイル導体層の高さを増やすかになるが、前者の方法では基板の床面積が大きくなる。後者の方法によると基板の床面積を増やすことなく導体損失を減じることが出来る。

【0066】これらの点を考慮すると、導体層のアスペクト比は0.3以上は必要であり、好ましくは0.4以上、更に好ましくは0.6以上であるとよい。

【0067】各コイル導体層11、13、15、17、19の構成方法は図3で説明したパターンめっき法で銅を形成するのが好ましい。現在多用されているサブトラクティブ法では等方的な化学エッチングを利用しており、ハイアスペクトパターンを形成するのは難しい。また積層法は高温で焼成する導体表面に絶縁体との融合層

が形成されており表面抵抗が増大し、表面のみに電流が流れる高周波領域では損失が増大する傾向があるが、めっき法は低温プロセスなのでこの心配がない

【0068】また、前記パターンめっき法によると、コイル導体層の3面が滑らかになり好ましい。ここで電解めっきを光沢めっきにすると、表面の凹凸がさらに減少してさらに好ましい。またコイル導体層11、13、15、17、19をハイアスペクトに形成する場合、前記のサブトラクティブ工法では導体層のアスペクト比は最大0.2程度が限度であるが、本工法ではアスペクト比0.3以上とすることができ、例えばアスペクト比1程度のコイル導体層が容易に形成可能となる。

【0069】さらに、前記めっき用下地層導体層形成に無電界めっき工法を採用し、全面のエッチングをウェット法で行うと量産性が高くなり、好ましい。

【0070】なお、前記めっき用下地導体層の形成は、スパッタリング、蒸着、イオンプレーティング等の薄膜ドライ工法、無電解めっき等の湿式工法があげられる。このなかでも無電解めっき工法は量産性に優れ好ましい。この無電解めっきの場合は、下地表面を粗化する必要があるので、本例では下地が樹脂であるので、研磨等の物理的手法もしくは、過マンガン酸カリウム等による化学的手法で容易に粗化でき好ましい。

【0071】前記全面のエッチングはドライエッチング、ウェットエッチングの両方が可能であるが、後者は量産性に優れ好ましい。

【0072】前記コイル導体層11、13、15、17、19表面の凹凸は使用周波数範囲の上限でのスキンドープスより小さいことが最も好ましいが、これを越える値になっても、凹凸を小さくすることにより実効抵抗は減少し、低損失となる。とくに、コイル導体層11、13、15、17、19の少なくとも一面の凹凸が、使用周波数(例えば1GHz)のスキンドープスの3倍以下であることが望ましく、セラミック積層工法との対比を考えると表面の凹凸は5μm以下であることがとくに好ましい。また、導体層表面は4面の全てが滑らかであることが最も好ましいが、すくなくとも1面の全てが滑らかであれば損失低減に有効である。

【0073】さらに、前記パターンめっき法の場合の製法上の利点等について述べると、図3の第1工程におけるめっき用下地導体層41が基板10の全面にあるので第4工程の電解めっき時に大きな電流を流すことが出来めっき時間を短縮出来る。これは特に主導体層44の高さを高くしてハイアスペクト形状にする場合に有効である。すなわち、主導体層44が厚い場合、めっき電流が小さいとめっき作業時間が大幅に増加して量産性の悪化を招く。

【0074】なお、最初にめっき下地導体層をパターンニングして、電解めっきで厚付けする方法もあるが、この方法では一般的にめっき線の抵抗が大きくなるのでめっ

き時の電流を上げることが出来ず、またパターン42の西部は電解が集中してめっきが厚くなり、また西部は反対に薄くなり、パターン精度が悪化する

【0075】第2工程及び第3工程において、パターンめっき用のめっきパターン形成に感光性レジストを使用すると、高精度のパターニングが出来て好ましい。またレジストを厚くすれば、容易にハイアスペクトパターンを形成する事が出来る。レジストが厚い場合は平行光線を照射できる平行露光機を用いると樹脂の壁面が垂直に加工され好ましい。

【0076】図3で述べたように、感光性レジストにドライフィルム42を用いるとハイアスペクトパターンが容易に出来るので好ましい

【0077】例えば、スピンコート法で液状レジストを用いてレジスト層を形成する場合を考えると、厚塗りする場合はレジストの粘度を上げる必要があるが、この場合基板周辺のレジストが厚くなり膜厚の精度が出ない。また溶剤の乾燥も困難である。ドライフィルムの場合は膜厚は最初から保証されており、また溶剤乾燥の必要もない利点がある。

【0078】なお、ハイアスペクトパターンを形成する場合、パネルめっき後レジストパターンを形成して、ドライエッチングする方法も考えられる。この場合は高精度にハイアスペクトパターンが形成可能ではあるが、エッチングのスピードが遅く、工業的に生産可能な膜厚の上限は10μm程度であり、またそれ以下の膜厚の場合でも量産性は犠牲になる。

【0079】前記めっき下地導体層41の厚さの上限は、第6工程でのエッチングのされやすさによって決まる。主導体層44と下地導体層41の選択エッチングが不可能な場合には下地導体層41の厚さは主導体層44の厚さの1/5が上限である。厚さがこれを越えると、主導体層44のエッチング量が増えて高周波コイルとしての損失が増大し、また主導体層44のパターン精度も落ちる。

【0080】主導体層44と下地導体層41の選択エッチング可能な場合はこれより厚くてもかまわないが、あまり厚いと下地導体層41のサイドエッチングが大きくなるので、1/3が上限である。

【0081】第4工程の電解めっき法は膜形成速度が速く、またスケールアップが容易であるので好ましい製造手段である。特にハイアスペクト導体を形成する場合は主導体層44の厚さが場合によっては100μmを越えるので量産性を確保するのに極めて重要な工法になる。また光沢めっきを用いると主導体層44の3面の凹凸が小さくなり好ましい。金属の種類も銅、銀等比抵抗の低いものがめっき可能である。この中でも銅は安価であり、比抵抗も低く、また銀に比べてマイグレーションも起こしにくいので要求特性のバランスがとれており、好ましい

【0082】第6工程でのめっき用下地導体層41エッチングはドライエッチング又はウェットエッチングのどちらでも可能である。しかし、量産性を考慮すると本実施の形態で述べたようにウェットエッチングが好ましい。ウェットエッチングは量産性が良好であり、またスケールアップも容易である。

【0083】また、めっき用下地導体層41に主導体層44と選択エッチング可能な金属を使用することも好ましい。こうすれば第6工程中での主導体層44の細りを防止する事が出来る。組み合わせの例として下地導体層がチタン、クロムであり、主導体層が銅である場合が挙げられる。

【0084】第8工程でのビアホール21の加工には層間絶縁層としての第1乃至第4有機絶縁層12、14、16、18に感光性のある場合はフォトリソグラフィ技術で形成し、そうでない場合はレーザー加工法が好ましく用いられる。フォトリソグラフィ法の場合は一度に多くの穴を開けることが可能であるので、穴数の多い場合に好ましい。また穴開けの精度はフォトマスクの精度でほとんど決まるので高い。レーザー加工法で穴開けをするメリットは樹脂の種類を選ばないことである。また樹脂に感光性を付与すると一般的にQ、誘電率等の特性値が低下し、また機械的強度も悪化する。レーザー加工法の場合は自由に樹脂を選択できるので、特性の良好な有機絶縁層を使用することが可能である。

【0085】この実施の形態によれば、次の通りの効果を得ることができる。

【0086】(1) 有機絶縁基板10の片面にコイル導体層11、13、15、17、19と有機絶縁層12、14、16、18、20とを交互に積層し、前記コイル導体層からなるコイル導体30への通電によって生じる磁束方向の両端部に端子電極23、25を形成したので、高周波コイルを実装する相手側基板よりみてヘリカル巻きのコイル導体30は縦巻きとなり、実装性の改善を図ることができる。つまり、実装基板に対してどの面を装着してもインダクタンス値等の特性変化が少ない。

【0087】(2) 前記絶縁基板10及び絶縁層12、14、16、18、20が有機材料で構成されており、セラミック材料に比較して低誘電率化が可能であるからSRFを高くすることが可能である。

【0088】(3) 高周波領域でのQの向上が可能である。これは下記理由により実現できる。

■ 層間絶縁層を樹脂にして低温生成することで、コイル導体層11、13、15、17、19の表面をなめらかにする。

■ 図3で説明したパターンメッキ工法で各導体層を作成しコイル導体30表面をなめらかにし、かつコイル導体30をハイアスペクトにする。

■ 絶縁基板10及び絶縁層12、14、16、18、20として高Q樹脂を使用する。

【0089】

【実施例】以下、本発明に係る高周波コイル及びその製造方法を実施例で詳述する。

【0090】実施例1

両面に $1.8\mu\text{m}$ の銅を貼った厚さ 0.2mm のビニルベンジル基板の所定の位置に直径 0.1mm のスルーホールを図1(A)のように形成し、この穴を導電性ペーストで埋めた後に片面の銅層を剥離した。

【0091】その後、下地に無電解銅めっき、パターンめっきに硫酸銅めっきを用いたパターンメッキ法で図1(B)の第1コイル導体層を形成した(図3の製法による)。ここでコイル導体層の幅： $60\mu\text{m}$ 、高さ： $70\mu\text{m}$ である。

【0092】次に、ビニルベンジルによってコイル導体層上の膜厚が $30\mu\text{m}$ になるように図1(C)の第1有機絶縁層を形成し、その所定の位置に底部の直径が $50\mu\text{m}$ であるすり鉢状断面のビアホールを形成した。ここでビニルベンジルの比誘電率 $\epsilon_r=2.5$ 、 $Q=250$ である。

【0093】以下この方法で図1のように第5コイル導体層まで形成し、その上に第5有機絶縁層を形成した。第5有機絶縁層の厚さは第5コイル導体層上で $200\mu\text{m}$ であり、中央部に直径 $100\mu\text{m}$ のビアホールがある。

【0094】基板及び第5有機絶縁層の外側面の全面に無電解銅めっき膜を形成し、これを下地膜として硫酸銅めっきで厚さ $1.8\mu\text{m}$ の銅層を形成した。その後、基板を所定のサイズに切り分けて断面が 0.5mm 角であり長さが 0.94mm の高周波コイルを作成した。この高周波コイルは良好な周波数特性を示した。

【0095】以上本発明の実施の形態及び実施例について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なのは当業者には自明であろう。

【0096】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高いSRFを示し、高周波領域で高いQを示すとともに、基板へのコイル実装方向による特性変動の低減を図り得るチップコイルタイプの高周波コイルを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る高周波コイル及びその製造方法の実施の形態であって、絶縁基板、コイル導体層及び有機絶縁層を示す平面図である。

【図2】同じく高周波コイルの斜視図である。

【図3】実施の形態による高周波コイルの製造工程を示す工程図である。

【符号の説明】

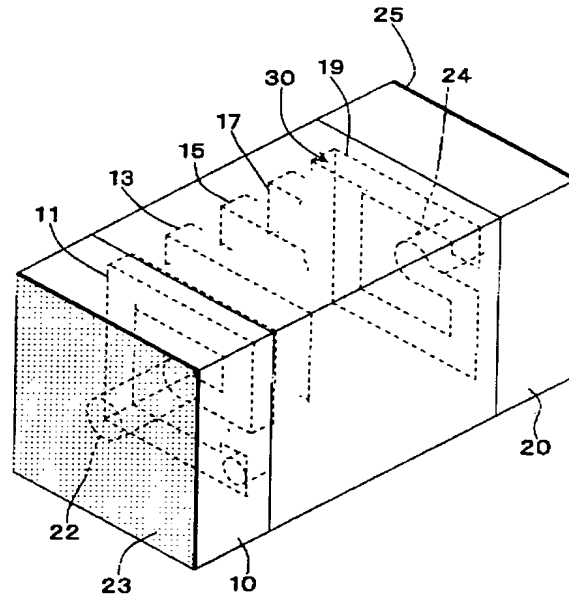
10 有機絶縁基板

11、13、15、17、19 コイル導体層

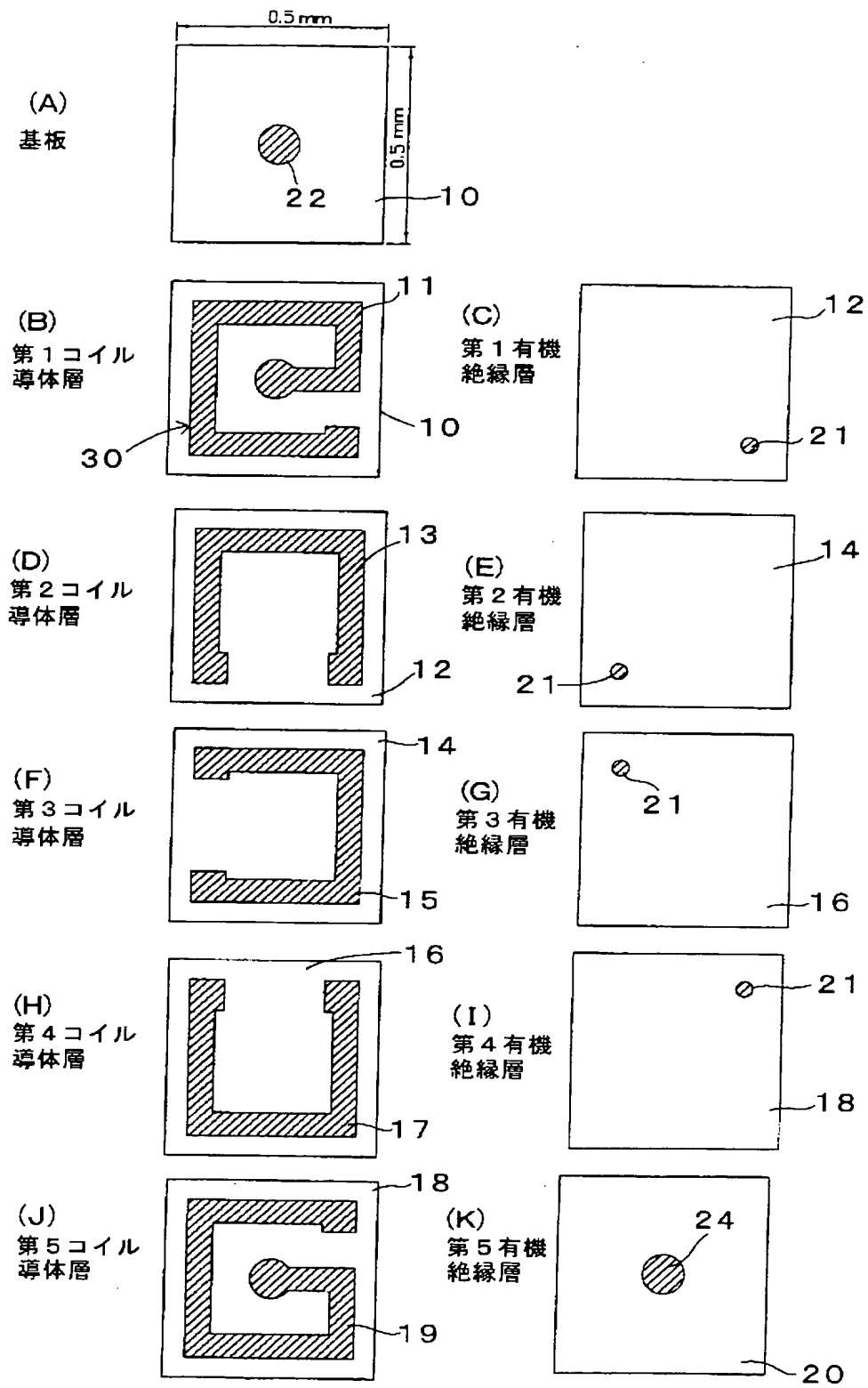
15
 12, 14, 16, 18, 20 有機絶縁層
 21, 24 ギアホール
 22 スルーホール
 23, 25 端子電極

16
 41, 51 下地導体層
 42, 52 ドライフィルム
 43, 53 溝部
 44, 54 主導体層

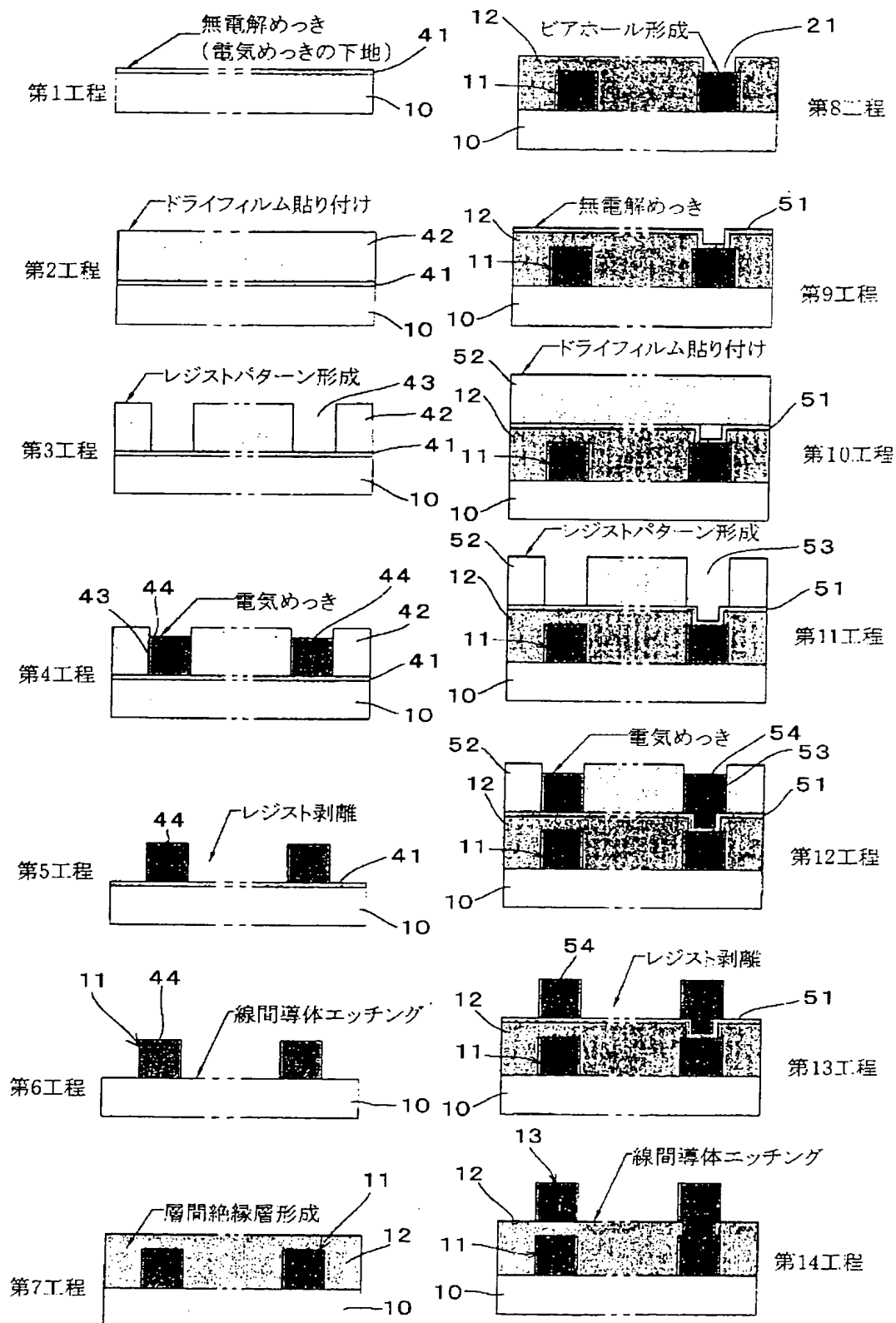
【図2】



【図1】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成14年1月17日(2002.1.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正内容】

【0072】前記コイル導体層11、13、15、17、19表面の凹凸(通常、10点平均粗さの最大値(R_z)で表す)は使用周波数範囲の上限でのスキンドープより小さいことが最も好ましいが、これを越える値

になっても、凹凸を小さくすることにより実効抵抗は減少し、低損失となる。とくに、コイル導体層11、13、15、17、19の少なくとも一面の凹凸が、使用周波数(例えば1GHz)のスキンドープの3倍以下であることが望ましく、セラミック積層工法との対比を考えると表面の凹凸は5 μ m以下(換言すれば R_z は5 μ m)であることがとくに好ましい。また、導体層表面は4面の全てが滑らかであることが最も好ましいが、少なくとも1面の全てが滑らかであれば損失低減に有効である。